

卒 業 論 文

自動車運搬船における貨物積載プランニン グの 車両配置問題に対する構築型解法

101810106 黒須諒

名古屋大学情報学部
自然情報学科数理情報系

2022年2月

自動車運搬船における貨物積載プランニングの車両配置計画に対する構築型解法

101810106 黒須諒

概要

複数の港で自動車を積み、複数の港で自動車を降ろす自動車運搬船について考える。自動車運搬船に積む自動車の集合が与えられてから実際に自動車が船に積まれるまでに、席割とシミュレーションと呼ばれる二種類の作業が行われる。席割では、船の階層内を一定間隔の大きさに区切ったホールドと呼ばれるスペースの各々に、与えられた積載自動車リスト喉の自動車を何台割り当てられるかを考える。シミュレーションでは席割作業でホールド毎に割り当てられた自動車を、自動車の向きや空きスペース、作業効率などを考慮して車一台一台の配置場所を決定する。本研究では、シミュレーションの自動化をするために数理最適化の技術によってコンピュータで短時間かつ効率の良いシミュレーション結果を出力することを目標とする。

シミュレーションは二次元パッキング問題として定式化することが出来るが、ランプと呼ばれる各階の入口から配置場所までの導線確保が必要なことに加え、人が自動車を運転して所定の位置まで移動するということを考えなければいけない。

本研究では二段階の構築法を提案する。一段階目では、積み港、揚げ港が同じ車を1つのグループとし、階層内で大まかな配置場所を決める。グループに属する車の総面積を求め、形状可変の長方形詰込み問題として定式化する。各グループを積み港を優先して並べた配列と揚げ港を優先して並べた配列を用意し、シーケンスペア法を用いる。商用の整数計画ソルバー (Gurobi Optimizer) を使用し最適解を求める。

二段階目では、一段階目で決められた場所の中で一台ずつパッキングを行う。解法として配置可能な場所の中で出来るだけ左下に詰込む bottom-left 法を用いた。この際、配置する予定の車に駐車に必要なスペースを加えレクトリニア図形とすることで駐車時の局所的なスペース確保を実現する。配置後は元の大きさの長方形として計算する。

A column generation approach for the bus crew scheduling problem

101810106 Ryo Kurosu

Abstract

Write the abstract here. Unfortunately, if you want a master's degree, you must write the abstract of your master thesis in English (in addition to the Japanese one) even if you write your thesis in Japanese. However, if you are going to get a bachelor's degree (not a master's degree), you don't need to do so. Good luck!!

目次

第 1 章 はじめに	1
第 2 章 問題定義	2
2.1 用語定義	2
第 3 章 定式化	3
第 4 章 提案手法	4
第 5 章 提案手法 2	6
第 6 章 計算実験	7
第 7 章 まとめ	8
参考文献	10

第1章 はじめに

複数の港で自動車を積み、複数の港で自動車を降ろす自動車運搬船について考える。一般的に自動車運搬船は、自動車を船の一定間隔で区切られたホールドと呼ばれるスペースにどの自動車を何台割り当ててゐるかを決定する席割作業と呼ばれる工程を経て、その後席割作業で割り当てられた自動車に対して向きや場所を考慮して一台ずつ船内の領域に配置するシミュレーションと呼ばれる作業を行う。現状、自動車を輸送する会社はこの作業を人手で行なっていることが多く、席割作業に3時間、シミュレーション作業に4時間かかることから、これらの工程を自動化することが業務効率化に役立つと考えている。

本研究では、2つの工程のうちシミュレーション作業に対して、数理最適化の技術によってコンピュータで短時間かつ効率の良いシミュレーション結果を出力することを目標とする。

本研究で扱うシミュレーション作業の概要について述べる。席割作業の結果から、各階層の各ホールドにどの種類の車を何台詰込むかという情報が与えられる。この情報をシミュレーション作業の入力値として扱う。

ホールド内に詰込む種類の車は一種類とは限らないので、ホールド内のどの位置に車を詰込むかといったことを決定する。

本稿では,,,

第2章 問題定義

シミュレーション作業は各階層ごとに行う。各階は4つのホールドと呼ばれる一定の広さで区切られたスペースが存在し、各ホールドに詰込む車の数、大きさ、種類、積み地、揚げ地は決まっている。本稿では複数の種類のある階層の中で、単純な階層のデータを用いて行う。

2.1 用語定義

本研究で扱う船の航海等に関する専門用語の定義をする。

第3章 定式化

第4章 提案手法

提案手法を書く際には,

1. まず手法の大まかなアイデアや全体像を言葉で簡潔に説明し,
2. 次に手法の構成要素のおおのの詳細を述べ,
3. 最後にそれらの構成要素をどのように組み合わせて全体の枠組みが構成されているのかを示す

というような順序で書くと分かりやすいと思います. その際, 各構成要素を, サブルーチンのように入力として何を受け取って何を返すのかを記述した手続きとして名前をつけてまとめておき, 最後に全体の枠組みを示す際にそれらを利用してアルゴリズムを記述すると書きやすいと思います.

このような手続きを疑似コードとしてまとめるのに `algorithmic` が便利です (`algorithmicx` も便利のようです). Algorithm 1 に例を示します.

Algorithm 1 Ford-Fulkerson

Require: グラフ $G = (V, E)$, 始点 $s \in V$, 終点 $t \in V$, および各辺 $e \in E$ の容量 u_e .

Ensure: s から t への最大フロー.

- 1: **for** $e = 1$ to $|E|$ **do**
 - 2: $x_e := 0$ とする.
 - 3: **end for**
 - 4: 残余ネットワーク G_x を作成する.
 - 5: **while** G_x にフロー追加路が存在する **do**
 - 6: フロー追加路に沿って x にフローを追加する.
 - 7: 残余ネットワーク G_x を更新する.
 - 8: **end while**
 - 9: フロー x を出力して終了.
-

なお, 手続きの入出力を表す「`\REQUIRE`」と「`\ENSURE`」を使うと, 通常はそれぞれ「**Require:**」と「**Ensure:**」のように表示されますが, これらを上の例のように「**Input:**」と「**Output:**」に変更するための記述が本 L^AT_EX ファイルのプリアンプル¹にあります.

手続きをまとめるのに以下のようなスタイルを使うこともあります. なお, Step 番号を `description` 環境で手動で書いても同様のスタイルを実現できますが, Step を追加したり削除したりしたときに番号の相互参照で失敗しないよう, 自動的に番号を振る方法の方がよいと思います. 以下の例では `enumerate` 環境を利用していますが, プリアンプルに `\usepackage{enumerate}` が必要です.

¹`\documentclass` と `\begin{document}` の間の部分.

Algorithm FORD-FULKERSON

Input: グラフ $G = (V, E)$... (略)

Output: s から t への最大フロー.

Step 1. すべての $e \in E$ に対し $x_e := 0$ とする.

Step 2. 残余ネットワーク G_x を作成する.

Step 3. G_x にフロー追加路が存在しなければ, フロー x を出力して終了.

Step 4. フロー追加路に沿って x にフローを追加.

Step 5. G_x を更新したのち Step 3 に戻る.

どのようなスタイルを使う方が書きやすいか, 分かりやすいかは, アルゴリズムによっても変わりますし, 好みもあると思いますが, アルゴリズムの反復構造は `algorithmic` の方が分かりやすいように思います.

疑似コードを読まなくてもアルゴリズムのアイデアが大体分かるように本文の文章中に説明を書きましょう. 疑似コードはアルゴリズムを正確に記述するためのものなので, 複雑になりがちです. 従って, よほど内容に興味がある読者でなければ疑似コードまで読みたいとは思いません. 読者が疑似コードを読まなくてもアイデアの概要が本文から分かるように書いてなければ, とても読みづらい論文になってしまいます.

第5章 提案手法2

第6章 計算実験

実験結果を示す際には，計算環境（実験に用いた計算機の CPU やメモリー，実装に用いた言語）を明記しましょう．計算結果を表示するのに用いる図や表を表示する例を図 6.1 と表 6.1 に示しておきます．また，今回は 2 段組ではありませんが，2 段組みの原稿において幅の広い表を表示する例を表 6.2 に示しておきます（図も同様に`\begin{figure*}`のようにすればよい）．

図 6.1: 図の表示例

表 6.1: 表の表示例

問題例	最良値	計算時間（秒）
c05100	123	10.1
c10100	456	15.2
c20100	789	20.3

表 6.2: 2 段組みスタイルにおいて幅の広い表を表示する例

問題例	既存手法		提案手法	
	最良値	計算時間（秒）	最良値	計算時間（秒）
c05100	123	10.1	111	10.0
c10100	456	15.2	432	15.0
c20100	789	20.3	765	20.0

第7章 まとめ

まとめは著者から読者への締めくくりの言葉です。すなわち、「この論文のポイントは結局何だったのか」を端的に読者に示す大切な部分です。必ず書きましょう¹。結局何をしてどうなったのかということを最後にもう一度手短かにまとめて述べます。この節で新しいこと（つまりこれまでの節で書いて来なかったこと）を書いてはいけません。

通常の論文等ではこのように得られた成果をまとめた結論を書いて終わるのですが、研究の進捗状況を報告する普段の発表では、結論を書くことは難しいかもしれません。また、既に一定の成果が得られている場合でも、卒論・修論の締切が差し迫った時期を除き、卒論・修論に向けてさらに研究を進める予定であると思います。そのような場合には、この節のタイトルを例えば「まとめと今後の研究計画」などとして、まず現在までに得られている成果をまとめたのち、今後の研究計画を簡潔に書いてください。

¹レター（ページ数の少ない速報的な論文（e.g., Operations Research Letters, Information Processing Letters））などの短いものではまとめの節を書かないように指示されることもあり、そのような場合を除く。

謝辞

お世話になった先生方に言葉では伝えきれないほどの感謝の念を伝えましょう。本研究の遂行にあたり、熱心な指導と助言を頂きました柳浦睦憲教授に深く感謝の意を表します。提案手法の検討やその有用性において活発に議論を頂きました、橋本英樹准教授、胡艶楠氏、呉偉氏に大変お世話になりました。深くお礼申し上げます。日々の研究室生活においては柳浦研究室の皆様にお世話になりました。夜を徹して行った麻雀ではその最適戦略の見極めるために大変有意義なものでした。卒業旅行を楽しみにしています。皆様のおかげで有意義な研究活動に勤しむことができました。深くお礼申し上げます。

参考文献

- [1] M.R. Garey and D.S. Johnson, *Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness*, Freeman, New York, 1979.
- [2] S. Imahori, M. Yagiura and T. Ibaraki, Variable neighborhood search for the rectangle packing problem, *Proceedings of the 6th Metaheuristics International Conference (MIC)*, Vienna, Austria, August 22–26, 2005, pp. 532–537.
- [3] D.S. Johnson and L.A. McGeoch, The traveling salesman problem: a case study, in: E.H.L. Aarts and J.K. Lenstra (eds.), *Local Search in Combinatorial Optimization*, John Wiley & Sons, Chichester, 1997, pp. 215–310.
- [4] 真野洋平, 橋本英樹, 柳浦睦憲, 学生実験のスケジューリングシステムの構築, オペレーションズ・リサーチ, 58 (2013) 524–532.
- [5] M. Yagiura, T. Ibaraki and F. Glover, An ejection chain approach for the generalized assignment problem, *INFORMS Journal on Computing*, 16 (2004) 133–151.